

**ANALISIS LAJU SEDIMENTASI WADUK GAJAH
MUNGKUR WONOGIRI UNTUK PERKIRAAN USIA
GUNA WADUK**

Skripsi

Diajukan Kepada Universitas Muhammadiyah Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Akademik

Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

**MUHAMMAD RONNY HERMAWAN
201310340311005**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : ANALISIS LAJU SEDIMENTASI WADUK GAJAH MUNGKUR
WONOGIRI UNTUK PERKIRAAN USIA GUNA WADUK

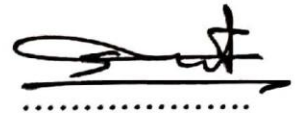
NAMA : MUHAMMAD RONNY HERMAWAN

NIM : 201310340311005

Pada hari Jum'at, 5 Juli 2019, telah diuji oleh tim penguji:

1. **Ir. Ernawan Setyono, MT.**

Dosen Penguji I



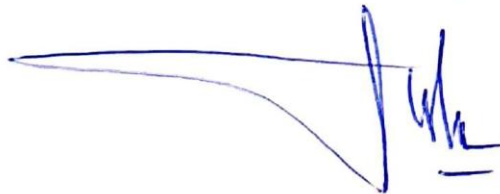
2. **Lourina E.O, ST., M. Eng.**

Dosen Penguji II



Disetujui:

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Sulianto, MT.

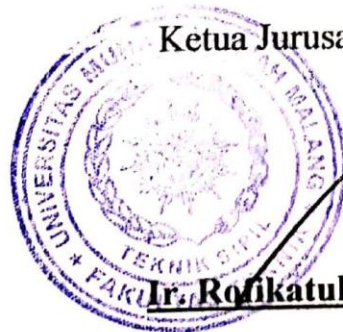
Dosen Pembimbing II



Ir. Suwignyo, MT.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Rifikatul Karimah, MT.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Ronny Hermawan

NIM : 201310340311005

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Dengan ini saya menyatakan sebenar-benarnya bahwa:

Tugas akhir dengan judul: “Analisis Laju Sedimentasi Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Untuk Perkiraan Usia Guna Waduk” adalah karya hasil sendiri, dan dalam naskah ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik disuatu perguruan tinggi dan tidak terdapat karya orang lain baik sebagian atau keseluruhan, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan atau daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya dan apabila pernyataan ini tidak benar maka saya bersedia mendapat sanksi akademis.

Malang, Juli 2019

Yang Menyatakan,



Muhammad Ronny Hermawan

LEMBAR PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim.

Dengan Rahmat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Sembah sujud serta syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan kekuatan dan memberikan kemudahan untuk menyelesaikan Skripsi ini. Sholawat serta salam selalu terlimpahkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam.

Karya sederhana ini saya persembahkan kepada orang yang sangat saya kasihi dan sayangi.

1. Ayah dan Ibu dan saudara tercinta. Terima kasih tiada terhingga, karena telah memberikan kasih sayang dan segala dukungan baik material dan moril yang tiada terhingga, yang selalu memberi motivasi, mendoakan dan menasihati untuk menjadi pribadi yang lebih baik, sehingga anak kalian ini dapat mencapai gelar sarjana teknik. Semoga gelar ini dapat membuat kalian bangga.
2. Untuk semua keluarga di Gresik yang selalu memberikan dorongan dan nasihat.
3. Untuk semua teman-teman Teknik Sipil A 2013 yang telah bersama-sama melewati suka duka selama masa kuliah hingga akhir penyusunan skripsi ini selalu memberikan semangat dan dukungan. Terimakasih banyak untuk bantuan dan waktunya selama ini.
4. Untuk sahabat di Gresik dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu setia menemani disaat suka maupun duka, selalu membantu, selalu menghibur disaat merasa jenuh dan bosan, memberikan perhatian, motivasi dan selalu memberi dukungan dan doa yang tulus hingga skripsi ini selesai.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah memberi berkat, rahmat, hidayah serta innayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Analisis Laju Sedimentasi Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Untuk Perkiraan Usia Guna Waduk”. Tidak lupa sholawat serta salam tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wa Sallam.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulisan Tugas Akhir ini diharapkan dapat memberikan wacana dan manfaat secara umum bagi orang lain khususnya bagi penulis sendiri.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini penulis melalui perjalanan waktu yang panjang serta melibatkan banyak bantuan, bimbingan, dorongan, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Rofikatul Karimah, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Bapak Ir. Sulianto, MT selaku pembimbing I, yang telah sabar mengarahkan serta membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Suwignyo, MT selaku pembimbing II, yang telah sabar mengarahkan serta membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Seluruh Staf Jurusan Teknik Sipil, Staf TU Fakultas Teknik dan Staf Laboratorium Teknik Sipil.
5. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dibidang teknik sipil.

Malang, Juli 2019

Penulis

ANALISIS LAJU SEDIMENTASI WADUK GAJAH MUNGKUR WONOGIRI UNTUK PERKIRAAN USIA GUNA WADUK

Muhammad Ronny Hermawan¹, Sulianto², Suwignyo²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No.246 Malang 64144
Email: Muhammadrannyh14@gmail.com

Abstrak

Sedimentasi merupakan salah satu dari banyaknya permasalahan yang timbul dalam pengoprasian waduk. Dampak yang diakibatkan oleh sedimentasi waduk, yaitu berkurangnya usia guna waduk serta dapat mempengaruhi fungsi waduk. Waduk Gajah Mungkur yang diharapkan dapat berfungsi seoptimal mungkin dalam pengoprasiaannya tidak dapat menghindari sedimentasi. Oleh sebab itu, sedimentasi di waduk perlu ditangani guna mengatasi permasalahan yang timbul. Mengatasi sedimentasi tentunya dengan mengetahui sebaran sedimen atau distribusi sedimen yang ada di waduk. Pada studi ini dilakukan analisis laju sedimentasi waduk untuk masa operasi 28 tahun dan 34 tahun, metode yang digunakan dalam studi ini ialah *Empirical Area-Reduction Method* dan *Area-Increment Method*. Setelah melakukan analisis, dari kedua metode yang digunakan metode yang paling sesuai guna memprediksi distribusi sedimentasi di waduk Gajah Mungkur ialah *Emprical Area-Reduction Method*, karena memiliki simpangan lebih kecil dibandingkan dengan *Area-Increment Method*, baik untuk masa operasi 28 tahun (2008) maupun masa operasi 34 tahun (2014). Volume sedimen untuk masa operasi 28 tahun sebesar 40,685 juta m³, untuk masa opesasi 34 tahun sebesar 52,767 juta m³, untuk usia guna waduk dari analisis dapat diketahui total sedimen yang mengendap pada usia waduk ke 100 tahun yakni sebesar 138,13.10⁶ m³, sedangkan dengan menggunakan laju sedimen 2,093 .10⁶ m³/tahun, maka kapasitas tampungan mati yang direncanakan sebesar 120 juta m³ (1980) akan penuh sebelum mencapai usia rencana 100 tahun, lebih tepatnya terpenuhi pada tahun ke 91 atau tahun 2071.

Kata kunci : Waduk Gajah Mungkur; Distribusi Sedimentasi; Usia Guna Waduk.

AN ANALYSIS OF SEDIMENTATION RATE TO FIND OUT THE WORKING LIFE OF GAJAH MUNGKUR RESERVOIR IN WONOGIRI

Muhammad Ronny Hermawan¹, Sulianto², Suwignyo²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang

Jl. Raya Tlogomas No.246 Malang 64144

Email: Muhammadrannyh14@gmail.com

Abstract

Sedimentation is one of the issues found in the operational of reservoir. Sedimentation can reduce the working life and the function of the reservoir. Gajah Mungkur reservoir also cannot avoid the sedimentation effect in its operation despite the expectation for the reservoir to function at its optimum capacity. Therefore, the issue needs to be properly addressed. This issue can be overcome by finding the sedimentation distribution in the reservoir. This study analyzed sedimentation rate for operation time of 28 years and 34 years by applying Empirical Area-Reduction Method and Area-Increment Method. After conducting the analysis, it was proven that the most suitable method to apply in Gajah Mungkur reservoir was Empirical Area-Reduction Method due to its smaller deviation compared to Area-Increment Method both for operation time of 28 years and 34 years (2014). The sediment volume for operation time of 28 years reached 40,685 million m³, and for 34 years reached 52,767 million m³. The reservoir working life was found from the analysis which showed the total sediment in the dam upon reaching 100 years of operation time was 138,13.10⁶ m³. While by using sedimentation rate it was found that the total sediment was 2.093. 10⁶ m³/year. Therefore the dead storage that was planned to reach 120 million m³ (1980) would be full before the reservoir's operation time was 100 years in the 91st year by 2071.

Keyword : Gajah Mungkur Reservoir; Distribution of Sedimentation; Reservoir Working Life.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Waduk.....	5
2.2 Karakteristik Waduk	5
2.3 Lengkung Kapasitas Waduk	6
2.3.1 Penentuan Tipe Waduk.....	6
2.4. Sedimentasi	8
2.5 Karakteristik Sedimen.....	10

2.6 Klasifikasi Sedimen	10
2.6.1 Bentuk dan Ukuran Partikel	11
2.6.2 Kerapatan Endapan Sedimen	12
2.7 Efisiensi Tangkapan	13
2.8 Ekstrapolasi Debit Inflow Tahunan	16
2.9 Uji Homegenitas Data	17
2.10 Distribusi Sedimentasi Waduk	18
2.10.1 Metode Reduksi-Luas (<i>Emprical Area-Reduction Method</i>)	19
2.10.2 Metode Pertambahan-Luas (<i>Emprical Area Increment Method</i>)	23
2.11 Echo Sounding	24
2.12 Koreksi Penyimpangan atau Penentuan Metode	25
2.13 Analisis Sedimen Usia Guna Waduk	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Lokasi	27
3.2 Data	27
3.3 Analisis Data Penelitian	28
3.4 Hasil Analisis Data	28
3.5 Tahap Penelitian	29
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Keadaan Daerah	31
4.1.1 Data Teknis	32
4.1.2 Data Sedimen	33
4.1.3 Data Debit Inflow	33
4.1.4 Data Kapasitas Tampung Waduk	36
4.2 Analisis Perpanjangan Data Debit	37

4.3 Homegenitas Data Debit Inflow	46
4.4 Penentuan Jenis Waduk.....	52
4.5 Kerapatan Endapan Sedimen	54
4.6 Efisiensi Tangkapan	56
4.7 Distribusi Sedimen	59
4.7.1 Metode Reduksi-Luas (<i>Emprical Area-Reduction Method</i>)	59
4.7.2 Metode Pertambahan-Luas (<i>Emprical Area-Increment Method</i>)	69
4.8 Penentuan Metode	75
4.9 Analisis Sedimen Usia Guna.....	79
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1 Kesimpulan	80
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Operasional Waduk	7
Tabel 2.2 Ukuran Butiran Partikel Sedimen.....	11
Tabel 2.3 Tipe Operasional Waduk.....	12
Tabel 2.4 Koefisien Lempung, Lanau dan Pasir	13
Tabel 2.5 Harga K untuk Lempung, Lanau dan Pasir	13
Tabel 4.1 Data Laju Sedimen Waduk Gajah Mungkur	33
Tabel 4.2 Data Sedimen Waduk Gajah Mungkur	33
Tabel 4.3 Rekapitulasi Debit Inflow Max, Min, dan Rerata Bulanan 2011 – 2017 (juta m ³ /det)	34
Tabel 4.4 Analisis Data Inflow Metode Markov	39
Tabel 4.5 Model Markov Lag-satu Distribusi Normal.....	42
Tabel 4.6 Homogenitas Debit Inflow Waduk Wonogiri	46
Tabel 4.7 Nilai Kritis Distribusi-F.....	50
Tabel 4.8 Nilai Kritis Distribusi-T	51
Tabel 4.9 Persentase Volume Waduk.....	52
Tabel 4.10 Persentase Butiran sedimen	54
Tabel 4.11 Kerapatan Sedimen.....	55
Tabel 4.12 Jumlah Sedimen yang Tertahan Di Waduk	57
Tabel 4.13 Faktor Tak Berdimensi Untuk Masa Operasi Waduk 28 Tahun	60
Tabel 4.14 Faktor Tak Berdimensi Untuk Masa Operasi Waduk 34 Tahun	61
Tabel 4.15 Kedalaman Relatif.....	62
Tabel 4.16 Elevasi Dasar Waduk Baru.....	64
Tabel 4.17 Luas Relatif	65

Tabel 4.18 Distribusi Sedimen Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 28 Tahun (<i>Emprical Area Reduction Method</i>)	67
Tabel 4.19 Distribusi Sedimen Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 34 Tahun (<i>Emprical Area Reduction Method</i>)	68
Tabel 4.20 Distribusi Sedimen Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 28 Tahun (<i>Area Increment Method</i>)	70
Tabel 4.21 Distribusi Sedimen Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 34 Tahun (<i>Area Increment Method</i>)	71
Tabel 4.22 Kapasitas Air.Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 28 Tahun	72
Tabel 4.23 Kapasitas Air Waduk Gajah Mungkur untuk Masa Operasi 34 Tahun	73
Tabel 4.24 Analisis Simpangan Kapasitas Air Waduk Gajah Mungkur Tahun 2008	76
Tabel 4.25 Analisis Simpangan Kapasitas Air Waduk Gajah Mungkur Tahun 2014	77
Tabel 4.26 Besarnya Simpangan Kedua Metode	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karakteristik Waduk	6
Gambar 2.2 Kurva Rencana Distribusi Sedimen (U.S Bureau of Reclamation 1987).....	8
Gambar 2.3 Kurva Efisiensi Tangkapan.....	15
Gambar 2.4 Kurva Hubungan $F - p$	22
Gambar 2.5 Kurva Rencana Luasan Sedimen	23
Gambar 3.1 Lokasi Waduk Gajah Mungkur Wonogiri	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	30
Gambar 4.1 Peta Lokasi WS Bengawan solo	31
Gambar 4.2 Grafik Inflow Bulanan Tahun 2011-2017	35
Gambar 4.3 Grafik Inflow Bulanan Tahun 2018-2022	45
Gambar 4.4 Hasil Plot Persetanse Volume Waduk.....	53
Gambar 4.5 Harga Efisiensi Tangkapan.....	58
Gambar 4.6 Hasil Plot Harga F dan p	63
Gambar 4.7 Lengkung Kapasitas tahun 2008.....	74
Gambar 4.8 Lengkung Kapasitas tahun 2014.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A : Data Debit Inflow (Bulanan).
- LAMPIRAN B : Volume Waduk (Echo Sounding) 2008.
- LAMPIRAN C : Volume Waduk (Echo Sounding) 2011.
- LAMPIRAN D : Data Teknis Waduk Gajah Mungkur.



DAFTAR PUSTAKA

- Achsan, dkk. 2015. Analisis Kecendrungan Sedimentasi Waduk Bili-Bili Dalam Upaya Keberlanjutan Usia Guna Waduk. *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol 6, No 1, Mei: 30-36.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Jannatul Ma'wa, dkk. 2012. Studi Pendugaan Sisa Usia Guna Waduk Sengguruh Dengan Pendekatan Erosi Dan Sedimentasi. Google.co.id, viewed desember 2017, <http://pengairan.ub.ac.id/wp-content/uploads/2014/02/Studi-Pendugaan-Sisa-Usia-Guna-Waduk-Sengguruh-Dengan-Pendekatan-Erosi-dan-Sedimentasi-Jannatul-Mawa-105060407111022>.
- Linsley, Ray K. Joseph B. Franzini. Dan Djoko Sasongko. 1986. *Teknik Sumber Daya Air*. Jilid I, Edisi Ketiga, Jakarta: Erlangga.
- Pranowo, Janat. 2001. Kajian Pola Distribusi Sedimentasi Waduk Dengan Referensi Beberapa Waduk di Jawa. *Thesis* Tidak Diterbitkan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Sangaji Malik, Rachmad. 2011. Kajian Distribusi Sedimen Waduk Wonorejo – Tulungagung Jawa Timur (Tahun 2008-2011). *Skripsi* Tidak Diterbitkan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang.
- Setyono, Ernawan. 2011. Kajian Distribusi Sedimentasi Waduk Wonorejo, Tulungagung-Jawa Timur. *Media Teknik Sipil*, Vol 9, No 2, Agustus: 132-141.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. 2015. *Analisis Data Hidrologi Menggunakan Metode Statistika dan Stokastik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Yang, Chih Ted. 1976. *Sedimen Transportasi*. New York : Mc Graw Hill Companies, Inc.
- Yuwono, Endro Dan Muhammad Sabaruddin, S. 2010. Kajian Pengerukan Waduk Sengguruh Kepanjen Kabupaten Malang. *Jurnal Teknologi Terpadu*. Vol. 2. No. 1.

SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : *Muhammiad Ronny Hermawan*
NIM : *201310340311005*

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	8	% $\leq 10\%$
BAB 2	21	% $\leq 25\%$
BAB 3	22	% $\leq 35\%$
BAB 4	6	% $\leq 15\%$
BAB 5	3	% $\leq 5\%$
Naskah Publikasi	19	% $\leq 20\%$

Surat keterangan ini digunakan
untuk mendaftar yudisium



Malang, *22/07/19*

Rizki A. T. Cahyani
Rizki A. T. Cahyani

